

**BETA TITANIUM-FIBER REINFORCED COMPOSITE LAMINATES****Publication number:** JP2002509491T**Publication date:** 2002-03-26**Inventor:****Applicant:****Classification:**

**- international:** *B32B15/01; B32B15/08; C22C47/02; C22C47/04; C22F1/00; C22F1/18; A63B53/10; A63B59/06; B32B15/01; B32B15/08; C22C47/00; C22F1/00; C22F1/18; A63B53/10; A63B59/00; (IPC1-7): C22F1/00; C22F1/18; B32B15/01; C22C47/02; C22C47/04*

**- european:** B32B15/08

**Application number:** JP19970521311T 19961122

**Priority number(s):** US19950568530 19951207; US19960588868 19960119; WO1996US18742 19961122

**Also published as:**

WO9720647 (A1)

EP0954394 (A1)

EP0954394 (A0)

**Report a data error here**

Abstract not available for JP2002509491T

Abstract of corresponding document: **WO9720647**

A beta titanium-fiber reinforced composite laminate (10) comprising at least one layer of beta titanium alloy (16) and at least one layer of fiber reinforced composite (12), wherein the layer of beta titanium alloy (16) has a yield strength to modulus of elasticity that is substantially similar to the strength to modulus of elasticity ratio of the first layer of fiber reinforced composite (12). Also, a method of preparing a beta titanium-fiber reinforced composite laminate (10) comprising the steps of, first, providing a beta titanium alloy having a first yield strength to modulus of elasticity ratio; then, heating the beta titanium alloy at a first temperature for a first time to produce a beta titanium alloy (16) having a second yield strength to modulus of elasticity ratio; and then, adhering the fiber reinforced composite (12) having a strength to modulus of elasticity ratio to the beta titanium alloy (16) to produce a beta titanium-fiber reinforced composite laminate (10); wherein the first temperature and the first time are such that the second yield strength to modulus of elasticity of the beta titanium alloy (16) is substantially similar to the strength to modulus of elasticity of the fiber reinforced composite (12).

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号  
特表2002-509491  
(P2002-509491A)

(43) 公表日 平成14年3月26日 (2002.3.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 3 2 B 15/01		B 3 2 B 15/01	J
C 2 2 C 47/02		C 2 2 C 47/02	
47/04		47/04	
// C 2 2 F 1/00	6 9 1	C 2 2 F 1/00	6 9 1 B 6 9 1 C
審査請求 有 予備審査請求 有 (全 27 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平9-521311  
(86) (22) 出願日 平成8年11月22日 (1996.11.22)  
(85) 翻訳文提出日 平成10年6月8日 (1998.6.8)  
(86) 国際出願番号 PCT/US96/18742  
(87) 国際公開番号 WO97/20647  
(87) 国際公開日 平成9年6月12日 (1997.6.12)  
(31) 優先権主張番号 08/568, 530  
(32) 優先日 平成7年12月7日 (1995.12.7)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)  
(31) 優先権主張番号 08/588, 868  
(32) 優先日 平成8年1月19日 (1996.1.19)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 タイコム, インコーポレイテッド  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 91710,  
チノ, サウス シエラ ボニータ レーン  
15130  
(72) 発明者 キングストン, ウィリアム アール,  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 91709,  
チノ ヒルズ, オーガスタ 16154  
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】  $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート

(57) 【要約】

少なくとも1つの $\beta$ チタンアロイ層 (16) および少なくとも1つのファイバ強化コンポジット層 (12) を含む $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート (10) であって、ここで、 $\beta$ チタンアロイ層 (16) は、第1のファイバ強化コンポジット層 (12) の弾性率に対する降伏強度比と実質的に同様である弾性率に対する降伏強度を有する。また、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート (10) を調製する方法は、以下の工程を含む：第1に、第1の弾性率に対する降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイを提供する工程；次いで、 $\beta$ チタンアロイを第1の温度で第1の時間加熱して、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイ (16) を生成する工程；および次いで、弾性率に対する強度比を有するファイバ強化コンポジット (12) を、 $\beta$ チタンアロイ (16) に接着して $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート (10) を生成する工程；ここで、第1の温度および第1の時間は、 $\beta$ チタンアロイ (16) の第2の弾性率に対する降伏強度が、ファイバ強化コンポジット (12) の弾性率に対する強度と実質



Fig. 1

## 【特許請求の範囲】

1.  $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを調製する方法であって、以下の工程を包含する、方法：

(a) 面積を有する表面を有し、そして第1の弾性率に対する降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイを提供する工程；

(b) 該 $\beta$ チタンアロイを第1の温度で第1の時間加熱して、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイを生成する工程；および

(c) 弾性率に対する強度比を有するファイバ強化コンポジットを、該 $\beta$ チタンアロイに接着して $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを生成する工程；

ここで、該第1の温度および該第1の時間は、該 $\beta$ チタンアロイの該第2の弾性率に対する降伏強度比が、該ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度比と実質的に同様であるようなものである。

2. 請求項1に記載の方法であって、前記 $\beta$ チタンアロイの表面を貴金属でコーティングして、コーティングされた $\beta$ チタンアロイを生成する工程を、前記提供工程(a)の後に、さらに包含する、方法。

3. 請求項2に記載の方法であって、ここで、前記貴金属が白金である、方法。

4. 請求項1に記載の方法であって、前記 $\beta$ チタンアロイの表面を研磨して表面の面積を増大させる工程を、前記提供工程(a)の後に、さらに包含する、方法。

5. 請求項1に記載の方法であって、前記表面をプライマーで下塗りする工程を、前記加熱工程(b)の後に、さらに包含する、方法。

6. 請求項5に記載の方法であって、ここで、前記プライマーが低固形分、高溶媒エポキシ接着剤である、方法。

7. 請求項1に記載の方法であって、ここで、前記接着工程(c)が、前記 $\beta$ チタンアロイの表面に接着剤を塗布することを包含する、方法。

8. 請求項7に記載の方法であって、ここで、前記接着工程の前記接着剤がA

F191である、方法。

9. 請求項1に記載の方法であって、ここで、前記接着工程(c)が、前記 $\beta$ チタンアロイおよび前記ファイバ強化コンポジットを、第2の温度で第2の時間、加熱することを包含する、方法。

10. 請求項1に記載の方法であって、ここで、工程(a)で提供される前記 $\beta$ チタンアロイが、(Ti 15V-3Cr-3Al-3Sn)、(Ti 15Mo-3Al-3Nb)、(Ti 3Al-8V-6Cr-4Mo) および (Ti 13V-11Cr-3Al) からなる群から選択される、方法。

11. 請求項1に記載の方法であって、ここで、工程(c)の前記ファイバ強化コンポジットが、グラファイト強化エポキシおよびS2-ガラス強化エポキシからなる群から選択される、方法。

12. 請求項1に記載の方法であって、ここで、工程(b)の前記第1の温度が約510°Cであり、そして工程(b)の前記第1の時間が約8時間である、方法。

13. 請求項1に記載の方法であって、ここで、工程(b)で生成する前記 $\beta$ チタンアロイの前記第2の弾性率に対する降伏強度比が、工程(c)の前記ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度比の約40%以内である、方法。

14. 請求項1に記載の方法であって、ここで、工程(b)で生成する前記 $\beta$ チタンアロイの前記第2の弾性率に対する降伏強度比が、工程(c)の前記ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度比の約10%以内である、方法。

15. 以下の工程を包含する方法により生成される、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート：

(a) 面積を有する表面を有し、そして第1の弾性率に対する降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイを提供する工程；

(b) 該 $\beta$ チタンアロイを第1の予め選択された温度で第1の予め選択された時間加熱して、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイを生成する工程；および

(c) 弾性率に対する強度比を有するファイバ強化コンポジットを、該 $\beta$ チタンアロイに接着して $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを生成する工程；

ここで、該第1の予め選択された温度および該第1の予め選択された時間は、該 $\beta$ チタンアロイの該第2の弾性率に対する降伏強度比が、該ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度比と実質的に同様であるように予め選択されたものである。

16. 表面を有する第1の $\beta$ チタンアロイ層および第1のファイバ強化コンポジット層を含む、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、該第1の $\beta$ チタンアロイ層が、該第1のファイバ強化コンポジット層の弾性率に対する強度比と実質的に同様である弾性率に対する降伏強度比を有する、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

17. 請求項16に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、前記ファイバ強化コンポジットが前記 $\beta$ チタンアロイの表面に隣接する、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

18. 請求項16に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、前記 $\beta$ チタンアロイの表面が貴金属でコーティングされる、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

19. 請求項18に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、前記ファイバ強化コンポジットが、貴金属でコーティングされた表面に隣接する、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

20. 請求項16に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、前記 $\beta$ チタンアロイの表面が、白金でコーティングされる、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

21. 請求項16に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、前記第1のファイバ強化コンポジット層が、前記第1の $\beta$ チタンアロイ層の前記表面と、第2の $\beta$ チタンアロイ層の表面との間になるように、該表面を有する該第2の $\beta$ チタンアロイ層をさらに含み、ここで、該第2の $\beta$ チタンアロイ層が、該第1のファイバ強化コンポジット層の該弾性率に対する強度比と実質的に同様である弾性率に対する降伏強度比を有する、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート、

22. 請求項16に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、前記 $\beta$ チタンアロイが、(Ti 15V-3Cr-3Al-3Sn)、(Ti 15Mo-3Al-3Nb)、(Ti 3Al-8V-6Cr-4Mo) および(Ti 13V-11Cr-3Al) からなる群から選択される、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

23. 請求項16に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、前記ファイバ強化コンポジットが、グラファイト強化エポキシおよびS2-ガラス強化エポキシからなる群から選択される、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

24.  $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、複数の $\beta$ チタンアロイ層、およびそれらの間に差し入れられた少なくとも1つのファイバ強化コンポジット層を含み、ここで、 $\beta$ チタンアロイの各層が、該ファイバ強化コ

ンポジットの少なくとも1層の該弾性率に対する強度比と実質的に同様である弾性率に対する降伏強度比を有する、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

25. 請求項24に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、貴金属層が、 $\beta$ チタンアロイの各層とファイバ強化コンポジットの各層との間に差し入れられている、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

26. 請求項24に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、白金層が、 $\beta$ チタンアロイの各層とファイバ強化コンポジットの各層との間に差し入れられている、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

27. 請求項24に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、前記 $\beta$ チタンアロイが、(Ti 15V-3Cr-3Al-3Sn)、(Ti 15Mo-3Al-3Nb)、(Ti 3Al-8V-6Cr-4Mo) および(Ti 13V-11Cr-3Al) からなる群から選択される、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

28. 請求項24に記載の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートであって、ここで、前記ファイバ強化コンポジット層が、グラファイト強化エポキ

シおよびS2-ガラス強化エポキシからなる群から選択される、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート。

29. 製品を製造する方法であって、以下の工程を包含する、方法：

(i)  $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを、請求項1に記載の方法に従って調製する工程；および

(ii) 該 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを製品に組み込む工程。

30. 請求項29に記載の製品を製造する方法であって、ここで、工程(ii)の製品が、自動車、ゴルフクラブ、ソフトボールバット、スキー、サーフボード、スノーボードおよび容器からなる群から選択される、方法。

31. 請求項30に記載の製品を製造する方法であって、ここで、工程(ii)の製品が、自動車部品である、方法。

32.  $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを含む製品またはその部品であって、表面を有する第1の $\beta$ チタンアロイ層および第1のファイバ強化コンポジット層を有し、ここで、該第1の $\beta$ チタンアロイ層が、該第1のファイバ強化コンポジット層の該弾性率に対する強度比と実質的に同様である弾性率に対する降伏強度比を有する、製品又はその部品。

33. 請求項32に記載の製品またはその部品であって、前記第1のファイバ強化コンポジット層が、前記第1の $\beta$ チタンアロイ層と第2の $\beta$ チタンアロイ層との間になるように、該第2の $\beta$ チタンアロイ層をさらに含み、ここで、該第2の $\beta$ チタンアロイ層が、該第1のファイバ強化コンポジット層の弾性率に対する強度比と実質的に同様である弾性率に対する降伏強度比を有する、製品又はその部品。

34. 請求項32に記載の製品またはその部品であって、ここで、貴金属が、前記 $\beta$ チタンアロイの表面と前記第1のファイバ強化コンポジット層との間になるように、該第1の $\beta$ チタンアロイ層の表面が、該貴金属でコーティングされる、製品またはその部品。

35. 請求項32に記載の製品またはその部品であって、ここで、白金が、前

記 $\beta$ チタンアロイの表面と前記第1のファイバ強化コンポジット層との間になるように、該第1の $\beta$ チタンアロイ層の表面が、該白金でコーティングされる、製品またはその部品。

36. 請求項32に記載の製品またはその部品であって、ここで、前記ファイバ強化コンポジットが、前記 $\beta$ チタンアロイの表面に隣接する、製品またはその部品。

37. 金属ファイバ強化コンポジットラミネートを調製する方法であって、以下の工程を包含する、方法：

(a) 面積を有する表面を有し、そして第1の弾性率に対する降伏強度比を有する金属を提供する工程；

(b) 該金属を第1の温度で第1の時間加熱して、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する金属を生成する工程；および

(c) 弾性率に対する強度比を有するファイバ強化コンポジットを、該金属に接着して金属ファイバ強化コンポジットラミネートを生成する工程；

ここで、該第1の温度および該第1の時間は、該金属の該第2の弾性率に対する降伏強度比が、該ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度比と実質的に同様であるようなものであり；そして

ここで、該金属は、約1.2%よりも大きい、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する。

38. 金属ファイバ強化コンポジットラミネートであって、以下の工程を包含する方法に従って生成された、金属ファイバ強化コンポジットラミネート：

(a) 面積を有する表面を有し、そして第1の弾性率に対する降伏強度比を有する金属を提供する工程；

(b) 該金属を第1の予め選択された温度で第1の予め選択された時間加熱して、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する金属を生成する工程；および

(c) 弾性率に対する強度比を有するファイバ強化コンポジットを、該金属に接着して金属ファイバ強化コンポジットラミネートを生成する工程；

ここで、該第1の予め選択された温度および該第1の予め選択された時間は、

該金属の該第 2 の弾性率に対する降伏強度比が、該ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度と実質的に同様であるように予め選択され；そして

ここで、該金属は、約1.2%よりも大きい、第 2 の弾性率に対する降伏強度比を有する。

## 【発明の詳細な説明】

 $\beta$  チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート

## 関連出願のクロスリファレンス

本出願は、1996年1月19日に提出された米国特許出願08/588,868(題名「 $\beta$  チタン-強化コンポジットラミネート」)の国際出願であり、これは、1995年12月7日に提出された米国特許出願08/568,530(題名「チタンおよびグラファイトファイバコンポジット」)の一部継続出願であり、これは、1993年10月18日に提出された米国特許出願08/139,091(題名「チタンおよびグラファイトファイバコンポジット」)の継続出願(現在放棄されている)であり、これらの内容は、全体として本明細書中に参考として援用される。

## 背景

多くの工業用途は、高強度、低重量および耐損傷性の組合せを有する材料を要求する。これらの要求を満足するために、金属および金属コンポジットラミネート材料の両方が利用されている。

高強度、低重量および耐損傷性を有する材料の1つの用途は、満足のいく構造的完全性および耐損傷性を提供するための、モーター駆動の乗物および人力の乗物のための構成部品であり、一方、所定量の燃料または電力に対する乗物の範囲を増大する。このような乗物として、自動車、トラック、飛行機、列車、自転車、オートバイ、および宇宙飛行船が挙げられる。他の用途としては、ゴルフクラブ(シャフトおよびヘッドの両方)、管状構造体(例えば、ソフトボールのバット)、スキー、ならびにサーフボードおよびスノーボードが挙げられる。

航空宇宙産業の要求を満足するために、例えば、多くの金属コンポジットラミネート材料が開発され、航空機の一次構造体の構成に伝統的に使用される金属に取って代わる。しかし、これらのコンポジット材料の問題として、異なる層の弾性率に対する強度比の不適合が挙げられる。この不適合により、コンポジットの種々の層が、コンポジットの他の層の前に特定の量の応力下で衰え、それにより

衰えていない層に対する強度を十分に利用できない。従って、現在使用されている低重量金属コンポジットラミネート材料は、金属コンポジットラミネート材料

の所定のひずみに対する種々の層の最大強度を使用しない。

従って、工業用途での使用（例えば、とりわけ、モーター駆動の乗物および人力の乗物の部品）のための高強度の軽量材料が必要とされている。さらに、金属コンポジットラミネート材料の所定のひずみ当たり最も充分な程度で材料のすべての層の強度を利用する軽量な金属コンポジットラミネート材料が必要とされている。

#### 要約

本発明の１つの局面によれば、まず、面積を有する表面および第１の弾性率に対する降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイを提供する工程を包含する、 $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートの調製方法が提供される。次いで、 $\beta$ チタンアロイは、第１の予め選択された温度で第１の予め選択された時間加熱され、第２の弾性率に対する降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイを生成する。次に、弾性率に対する強度比を有するファイバ強化コンポジット層が、 $\beta$ チタンアロイに接着され、 $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートを生成する。第１の予め選択された温度および第１の予め選択された時間は、 $\beta$ チタンアロイの第２の弾性率に対する降伏強度比が、ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度比と実質的に同様であるように予め選択される。

好適な実施態様において、この方法は、提供工程後に、 $\beta$ チタンアロイの表面を貴金属（例えば、白金）でコーティングし、コーティングされた $\beta$ チタンアロイを生成する工程をさらに包含する。別の好適な実施態様において、この方法は、提供工程後に、 $\beta$ チタンアロイの表面を研磨し、表面積を増加させる工程をさらに包含する。別の好適な実施態様において、この方法は、加熱工程後に、表面をプライマーで下塗りする工程をさらに包含する。本発明の別の局面に従って、上記方法に従って生成された $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートが提供される。

本発明のさらに別の局面に従って、表面を有する $\beta$ チタンアロイの第１層およ

びファイバ強化コンポジットの第１層を有する $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートが提供され、ここで、 $\beta$ チタンアロイの第１層は、ファイバ強化

コンポジットの第1層の弾性率に対する強度比と実質的に同様の弾性率に対する降伏強度比を有する。 $\beta$ チタンアロイの表面は、白金のような貴金属でコーティングされ得る。 $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートはまた、複数の $\beta$ チタンアロイ層と、それらの間に差し入れられた、少なくとも1層のファイバ強化コンポジットとを有し得、ここで、 $\beta$ チタンアロイの各層は、ファイバ強化コンポジットの少なくとも1層の弾性率に対する強度比と実質的に同様の弾性率に対する降伏強度比を有する。

本発明のさらに別の局面に従って、まず、本発明に従って $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートを調製する工程を包含する製品の製造方法が提供される。次いで、 $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートは、製品に組み込まれる。このような製品の例としては、自動車、ゴルフクラブ、ソフトボールバット、スキー、サーフボード、スノーボードおよび容器が挙げられる。

本発明のさらに別の局面に従って、まず、面積を有する表面および第1の弾性率に対する降伏強度比を有する金属を提供する工程を包含する金属ファイバ強化コンポジットラミネートの調製方法が提供される。次いで、金属は、第1の予め選択された温度で第1の予め選択された時間加熱され、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する金属を生成する。次に、弾性率に対する強度比を有するファイバ強化コンポジットが、金属に接着され、金属ファイバ強化コンポジットラミネートを生成する。第1の予め選択された温度および第1の予め選択された時間は、金属の第2の弾性率に対する降伏強度比が、ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度比と実質的に同様であるように予め選択され、そして金属は第2の弾性率に対する降伏強度比（約1%より大きい）を有する。

#### 図面

本発明のこれらの特徴、局面および利点は、以下の説明および添付の請求の範囲、添付の図面（必ずしもスケールを描く必要はない）を参照してより理解される。

図1は、本発明による $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートの断面の側立面図である。

図2は、本発明の別の別の実施態様による $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートの断面の側立面図である。

図3は、本発明の別の実施態様による $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートの断面の側立面図である。

図4は、本発明の別の実施態様による $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートの断面の側立面図である。

図5は、本発明による方法の一実施態様のフロー図である。

図6は、フランジセクションに結合した本発明による $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートを有するハット部スチフナー (hat section stiffener) の断面の側立面図である。

図7は、本発明の別の実施態様による $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートの断面の側立面図である。

#### 説明

本明細書に開示されるように、本発明は、実施態様の中でも、 $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネート、 $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートの製造方法、および $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートを有する構造体を含む。本発明による $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートおよび本発明により製造されたラミネートは、重量比に対する高強度、優れた耐損傷性、高度に耐疲労性である傾向および耐腐食性を有利に有し、そして本明細書中の開示を参照して当業者が理解する他の利点の中でもとりわけ、優れた衝撃減衰特性を有する。

本発明の $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートは、表面を有する $\beta$

チタンアロイの少なくとも第1の層を有する。 $\beta$ チタンアロイ層は、TIMETAL® 15-3 (Ti 15V-3Cr-3Al-3Sn)、BETA 21s® (Ti 15Mo-3Al-3Nb)、BETA C® (Ti 3Al-8V-6Cr-4Mo) およびB120 VCA (Ti 13V-11Cr-3Al) からなる群より選択される少なくとも1つの $\beta$ チタンアロイであり得るが、本明細書中の開示を参照して当業

者が理解するように、他の $\beta$ チタンアロイが使用され得る。好適な実施態様にお

いて、 $\beta$ チタンアロイは、TIMETAL® 15-3 (Ti 15V-3Cr-3Al-3Sn) (Titanium Me

tals Corporation, Toronto, OHから入手可能)である。

本発明の $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートは、少なくとも1つのファイバ強化コンポジット層をさらに有する。ファイバ強化コンポジットは、グラファイト強化エポキシ(例えば、Hercules Advanced Materials and Systems Company, Magna, UTから入手可能なHERCULES® IM7/8551-7)、およびS2-ガラス強化エポキシド(例えば、3M Aerospace Materials Department, St. Paul, MNから入手可能な3M SP 381)からなる群より選択される少なくとも1つのファイバ強化コンポジットであり得るが、本明細書中の開示を参照して当業者が理解するように、他のファイバ強化コンポジットが使用され得る。好適な実施態様において、ファイバ強化コンポジットは、グラファイト強化エポキシFiberIte IM7/977-3(エポキシプリプレグテープ)(Fiberite, Orange, CAから入手可能)である。

$\beta$ チタンアロイ層は、ファイバ強化コンポジット層に結合され、それによりラミネート構造体を生成する。本発明によれば、ラミネートの $\beta$ チタンアロイ層は、ファイバ強化コンポジット層の弾性率に対する強度比と実質的に同様である弾性率に対する降伏強度比を有する。 $\beta$ チタンアロイ層の弾性率に対する降伏強度比と、ファイバ強化コンポジット層の弾性率に対する強度比とのこの実質的な適合は、広範な使用に適する軽量、強力かつ耐損傷性の材料を生成する。

本明細書中で使用される「実質的に同様」は、約40%以内をいう。本発明の好適な実施態様において、 $\beta$ -チタンアロイ層の弾性率に対する降伏強度比は、ファイバ強化コンポジット層の弾性率に対する強度比の約33%以内である。特に好適な実施態様において、 $\beta$ チタンアロイ層の弾性率に対する降伏強度比は、ファイバ強化コンポジット層の弾性率に対する強度比の約10%以内である。好適な実施態様において、ファイバ強化コンポジット層の設計の制限は、最大設計負荷より小さい制限負荷を有し、従って、約1.2%の、使用し得る弾性率に対する強度比を与え、これは $\beta$ チタンアロイ層の弾性率に対する降伏強度比と密接に適合する。

ここで図1を参照して、本発明による $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラ

ミネート10の断面の側立面図が見られ得る。このラミネート10は、 $\beta$ チタンアロイ層16の表面14に直接結合されたファイバ強化コンポジット層12を有する。

ここで図2を参照して、本発明の別の実施態様による $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネート20の断面の側立面図が見られ得る。図1に示す実施態様と同様であるが、この好適な実施態様は、 $\beta$ チタンアロイ層16の表面14に結合された貴金属層18を含み、これにより、 $\beta$ チタンアロイ層16の表面14とファイバ強化コンポジット層12との間に貴金属層18が作製される。適切な貴金属は、金、銀、およびパラジウムからなる群より選択される少なくとも1つの金属を含むが、本明細書中の開示を参照して当業者が理解するように、他の貴金属もまた適切であり得る。特に好適な実施態様において、貴金属は白金 (Metal Surfaces, Bell Gardens, CAから入手可能) である。

ここで図3を参照して、本発明の別の実施態様による $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネート30の断面の側立面図が見られ得る。この好適な実施態様において、 $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネート30は、複数の $\beta$ チタンアロイ層16と、それらの間に差し入れられた、少なくとも1つのファイバ強化コンポジット層12を有する。図3に示す実施態様は、3つの $\beta$ チタンアロイ層の間に差し入れられた2つのファイバ強化コンポジット層を含む。各 $\beta$ チタンアロイ層16は、少なくとも1つのファイバ強化コンポジット層12の弾性率に対する強度比と実質的に同様な弾性率に対する降伏強度比を有する。

$\beta$ チタンアロイ層16は、TIMETAL® 15-3 (Ti 15V-3Cr-3Al-3Sn)、BETA 21s® (Ti 15Mo-3Al-3Nb)、BETA C® (Ti 3Al-8V-6Cr-4Mo) およびB120 VCA (Ti 13V-11Cr-3Al) からなる群より選択される少なくとも1つの $\beta$ チタンアロイであり得るが、本明細書中の開示を参照して当業者が理解するように、他の $\beta$ チタンアロイが使用され得る。好適な実施態様において、 $\beta$ チタンアロイは、TIMETAL® 15-3 (Ti 15V-3Cr-3Al-3Sn) (Titanium Metals Corporation, Toronto, OHから入手可能) である。複数の $\beta$ チタンアロイ層16は、同一の $\beta$ チタンアロイを含み得るか、または異なる $\beta$ チタンアロイを含み得る。例えば、複数の $\beta$ チタンアロイ層の1つの層は、BETA 21s®を含み得るが、複数の $\beta$ チタンアロイ層の別の層は、TIMETAL® 15-3を含み得る。

ファイバ強化コンポジット12の少なくとも1つの層が、グラファイト強化エポキシ（例えば、Heroules Advanced Materials and Systems Company、Magna、UTから市販のHERCULES® IM7/8551-7）、およびS2-ガラス強化エポキシ（例えば、3M Aerospace Materials Department、St. Paul、MNから市販の3M SP 381）からなる群から選択される、少なくとも1つのファイバ強化コンポジットであり得るが、本明細書中の開示を参照して当業者に理解されるように他のファイバ強化コンポジットは、使用され得る。好ましい実施態様において、ファイバ強化コンポジットは、グラファイト強化エポキシ、Fiberite IM7/977-3（エポキシプリプレグテープ）（Fiberite、Orange、CAから市販されている）である。

1つより多くのファイバ強化コンポジットの層が存在する場合、複数のファイバ強化コンポジット層12は、同一のファイバ強化コンポジットを含んでも良く、または異なるファイバ強化コンポジットを含んでも良い。例えば、複数のファイバ強化コンポジットの層のうちの1つの層は、グラファイト強化エポキシを含み得、一方、複数のファイバ強化コンポジットの層のうちの他の層は、S2-ガラス強化エポキシを含み得る。

次に、図4を参照すると、本発明の別の実施態様による、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート40の断面の、側面立面図が示され得る。図3に示した実施態様に類似しているが、この好ましい実施態様は、それぞれ $\beta$ チタンアロイ層16の各々の表面14に結合された貴金属の層18を含み、それによって、各々の $\beta$ チタンアロイ層16のそれぞれの表面14と、それぞれのファイバ強化コンポジット層12との間に貴金属層18を形成する。適切な貴金属には、金、銀、およびパラジウムからなる群から選択される少なくとも1種の金属が挙げられるが、本明細書中の開示を参照して当業者に理解されるように他の貴金属もまた適切であり得る。特に好ましい実施態様において、貴金属は白金（Metal Surfaces、Bell Gardens、CAから市販されている）である。

本発明の別の局面によれば、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを調製する方法が提供される。図5は、本発明による方法のある実施態様のフローダイアグラムである。

方法100は、最初に、面積を有する表面を有し、そして第1の弾性率に対する

降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイを提供する工程110を包含する。次に、この方法は、 $\beta$ チタンアロイを、第1の予め選択した温度で、第1の予め選択した時間加熱して、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する $\beta$ チタンアロイを生成する工程120を包含する。次いで、この方法は、ファイバ強化コンポジットを $\beta$ チタンアロイに接着して、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを生成する工程130を包含する。このファイバ強化コンポジットは、弾性率に対する強度比を有する。第1の予め選択した温度と第1の予め選択した時間とは、 $\beta$ チタンアロイの第2の弾性率に対する降伏強度比が、ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度比に実質的に同様であるように、予め選択される。

適切な第1の予め選択した温度と適切な第1の予め選択した時間とは、本明細書中の開示を参照して当業者に決定され得、そして所望の第2の弾性率に対する降伏強度比に伴って変化する。好ましい実施態様において、第1の予め選択された温度は、約450°C～約700°Cの間であり、そして第1の予め選択された時間は、約8時間～約16時間の間である。特に好ましい実施態様において、第1の予め選択された温度は約510°Cであり、そして第1の予め選択された時間は約8時間である。

別の好ましい実施態様において、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを調製する方法は、 $\beta$ チタンアロイの表面を研磨する工程112を、提供する工程の後にさらに包含し、それによって、表面積を増大して、その表面と貴金属のコーティングとの間、またはその表面と接着コーティングとの間をより堅固に結合し得る。

別の好ましい実施態様において、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを調製する方法は、 $\beta$ チタンアロイの表面を貴金属でコーティングして、コーティングされた $\beta$ チタンアロイを形成する工程114を、提供する工程の後にさらに包含する。貴金属は、金、銀、およびパラジウムからなる群から選択され得るが、本明細書中の開示を参照して当業者に理解されるような他の貴金属もまた適切であり得る。好ましい実施態様において、貴金属は、白金である。

さらに、別の好ましい実施態様において、この方法は、表面をプライマーで下塗りする工程122を、 $\beta$ チタンアロイを加熱する工程の後にさらに包含する。プ

ライマーは、本明細書中の開示を参照して当業者に理解されるように低固形分で高溶媒のエポキシ接着剤のような任意の適切なプライマーから選択され得る。好ましい実施態様において、プライマーはEC 3917 (3M Aerospace Materials Department, St. Paul, MNから市販されている)である。

好ましい実施態様において、接着工程130は、ファイバ強化コンポジット層を $\beta$ チタンアロイ層に結合するために、 $\beta$ チタンアロイの表面に接着剤を塗布する工程を包含する。適切な接着剤は、ファイバ強化コンポジットの性質によって決定される。適切な接着剤の例は、AF 191 (3M Aerospace Materials Department, St. Paul, MNから市販されている)である。

接着工程130はまた、ラミネートを硬化させるために、 $\beta$ チタンアロイとファイバ強化コンポジットとを、第2の予め選択された温度で、第2の予め選択された時間加熱する工程を包含し得る。適切な第2の予め選択された温度と適切な第2の予め選択された時間とは、本明細書中の開示を参照して当業者に決定され得る。好ましい実施態様において、第2の予め選択された温度は、約150°C~200°Cの間であり、そして第2の予め選択された時間は、約45分~90分の間である。特に好ましい実施態様において、第2の予め選択された温度は約180°Cであり、第2の予め選択された時間は約70分である。

$\beta$ チタンアロイ層とファイバ強化コンポジット層との間の結合を形成するのを補助するために、硬化プロセスの一部として、圧力もまたかけ得る。適切な圧力は、本明細書中の開示を参照して当業者に決定され得る。好ましい実施態様において、圧力は、約30~約100psiの間である。

本発明による方法において使用するのに適切な $\beta$ チタンアロイと適切なファイバ強化コンポジットとは、本発明による $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートに関して本明細書中に開示する物質を包含する。

本発明の別の実施態様によれば、製品またはその部品を製造する方法を提供する。この方法は、本明細書中に開示される方法による $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを調製する工程と、 $\beta$ チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを製品または部品に組み込む工程とを包含する。この方法によって調製するのに適切な製品またはその部品は、軽量で強度の高い物質が必要とされる

製品を包含する。製品の部品の例には、モーターで作動する乗り物、およびモーターで作動しない乗り物(例えば、自動車、飛行機、電車、自転車、自動二輪、および宇宙船)の部品が挙げられる。例えば、I-ビーム、C-チャンネル、ハット部スチフナー、プレート、ハニカムサンドイッチパネル用のフェーシング、およびチューブである。他の適切な製品には、ゴルフクラブ(シャフトとヘッドの両方)、ソフトボールのバットのようなチューブ状の構造物、スキー板、サーフボードおよびスノーボード、ならびに貨物コンテナが挙げられる。

本発明は、製品またはその部品をさらに包含し、これは、本発明の $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネート、または本発明の方法で調製された $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートを含む。この製品またはその部品は、表面および第1のファイバ強化コンポジット層を有する第1の $\beta$ チタンアロイ層(ここで、第1の $\beta$ チタンアロイ層は、弾性率に対する降伏強度比を有し、これは、第1のファイバ強化コンポジット層の弾性率に対する強度比と実質的に同様である)を有する、 $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートを包含する。製品またはその部品は、第1のファイバ強化コンポジット層が、第1の $\beta$ チタンアロイ層と第2の $\beta$ チタンアロイ層との間に存在するように、第2の $\beta$ チタンアロイ層をさらに含み得る。第2の $\beta$ チタンアロイ層は、弾性率に対する降伏強度比を有し、これは、第1のファイバ強化コンポジット層の弾性率に対する強度比と実質的に同様である。貴金属が、 $\beta$ チタンアロイの表面と第1のファイバ強化コンポジット層との間に存在するように、第1の $\beta$ チタンアロイ層の表面は、貴金属でコーティングされ得る。好ましい実施態様では、この貴金属は、白金である。

図6は、フランジ部74に結合した、本発明の $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネート72を有する飛行機において見られるような、ハット部スチフナー70を通る断面の側方立面図である。

本発明の別の局面によれば、金属ファイバ強化コンポジットラミネートの調製方法が提供される。この方法は、面積を有する表面を有し、そして第1の弾性率に対する降伏強度比を有する金属を提供する第1の工程を包含する。次いで、この金属は、予め選択された第1の時間、予め選択された第1の温度で加熱され

第2の弾性率に対する降伏強度比を有する金属を生成する。次いで、弾性率に対する強度比を有するファイバ強化コンポジットは、金属に接着されて、金属-ファイバ強化コンポジットラミネートを生成する。予め選択された第1の温度および予め選択された第1の時間は、その金属の第2の弾性率に対する降伏強度比が、ファイバ強化コンポジットの弾性率に対する強度比と実質的に同様であるように予め選択される。この金属は、第2の弾性率に対する降伏強度比（これは、約1.2%を超える）を有する。好ましい実施態様では、金属は、約1.0%を超える、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する。

#### 実施例 1

$\beta$  チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを調製する方法、およびその方法に従って作製された、 $\beta$  チタン-ファイバ強化コンポジットラミネート

本発明の、 $\beta$  チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを、以下のような、本発明の、 $\beta$  チタン-ファイバ強化コンポジットラミネートを調製するための方

法により調製した。まず、0.020インチゲージのコイル TIMETAL®15-3 (Ti 15V-3

Cr-3Al-3Sn) (Titanium Metals Corporation, Toronto, OHから入手可能)  $\beta$  チタンアロイを提供した。これらの $\beta$  チタンアロイシートは、約1.1%の、第1の弾性率に対する降伏強度比を有した。次いで、このコイルを、当業者に周知の方法で0.010インチゲージに圧延し、そして約24インチ×24インチの別々のシートにカットした。

本質的なことではないが、各 $\beta$  チタンアロイシートの少なくとも1つの表面を、表面積が増加するように当業者に周知の方法でサンドブラストした。次いで、当業者に周知の方法による無電界プロセスにより、白金の層を、サンドブラストされたシート表面に塗布し、白金コーティングされた $\beta$  チタンアロイシートを作製した。

次いで、この白金コーティングされた $\beta$  チタンアロイシートを、真空チャンバ

一内で、予め選択された時間（8時間）、予め選択された温度（510℃）で加熱することにより、時効硬化させた。この加熱により、1.2%の、第2の弾性率に対する降伏強度比を有する、白金コーティングされ、硬化された $\beta$ チタンアロイ

シートが得られた。弾性率に対する降伏強度比が変化するだけでなく、この加熱により、そのシートの表面から酸化チタンを取り除かれるので、この表面への白金の接着性もまた改善された。

本質的なことではないが、この白金コーティングされ、硬化された $\beta$ チタンアロイシートを、EC 3917（3M Aerospace Materials Department, St. Paul, MNから入手可能）をスプレーすることにより下塗りした。この白金コーティングされ、硬化され、下塗りされた $\beta$ チタンアロイシートを、約1時間風乾させ、次いで、予定された時間（約1時間）、予定された温度（約120℃）で硬化させた。

次いで、ファイバ強化コンポジット層を、本発明の、白金コーティングされ、硬化され、下塗りされた $\beta$ チタンアロイシートに付加し、 $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートを生成した。各々のファイバ強化コンポジット層は、6重（ply）のIM7/977-3（エポキシブリプレグテープ）（Fiberite, Orange CAから入手可能；これは、1層当たりの全体の厚みを約0.031インチとするために、約0.0052インチの厚さを有する）を含んだ。IM/977-3の全てを、長さ方向に沿って、または負荷の大部分を受けるように意図された方向に沿って付与した。本質的なことではないが、接着剤（glue）（AF 191；3M Aerospace Materials Department, St. Paulから入手可能）を、IM7/977-3をチタンシートに固定するのに利用した。次いで、このラミネートを、180℃で1時間、100psiにて、フラットプレスで硬化し、そして圧力を100psiに維持しながら室温まで冷却した。この $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネート（2層の $\beta$ チタンアロイ、3層のファイバ強化コンポジット、および接着剤を含む）の全厚みは、約0.10インチであった。

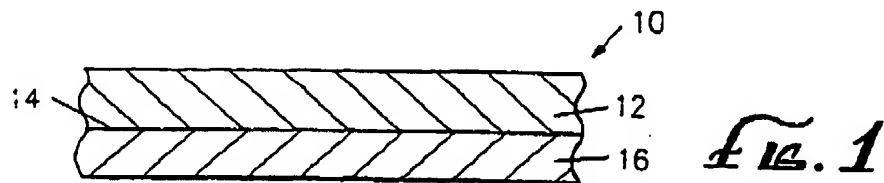
ここで図7を参照すると、この実施例により作製された $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネート50の断面の側方立面図が示される。理解されるように、ラミネート50は、3つの $\beta$ チタンアロイ層52を含み、これらの層のそれぞれは

その上に白金コーティング54を有する。3つの $\beta$ チタンアロイ層52の間には、カーボンファイバプリプレグテープ (IM7/977-3) の2つの層56 (各層は、6重のカーボンファイバプリプレグテープを含む) が差し込まれた。 $\beta$ チタンアロイ層52上のそれぞれの白金コーティング54と、IM7/977-3層56との間には、示されるよ

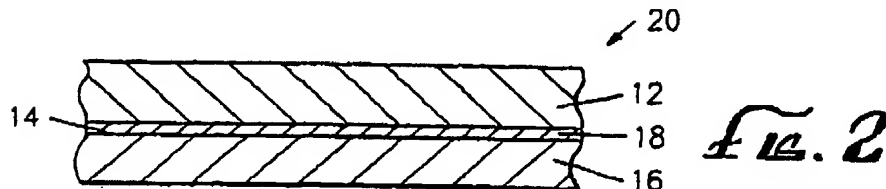
うに、1つのEC 3917プライマー層58および1つのAF 191接着剤層60が存在した。

本発明は、特定の好ましいその実施態様に関して、かなり詳細に記載されているが、他の実施態様も可能である。例えば、本発明の $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートは、サンドイッチパネル (これは、ハニカム (Advanced Honeycomb, San Marcos, CAから入手可能) のような別々の構造物の両側に、本発明の $\beta$ チタンファイバ強化コンポジットラミネートを含む) を構築するのに利用され得る。従って、添付の請求の範囲の精神および範囲は、本明細書中の好ましい実施態様の記載に制限されるべきではない。

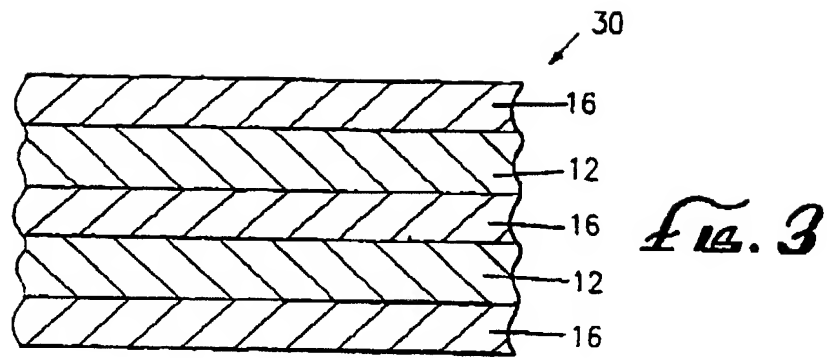
【図1】



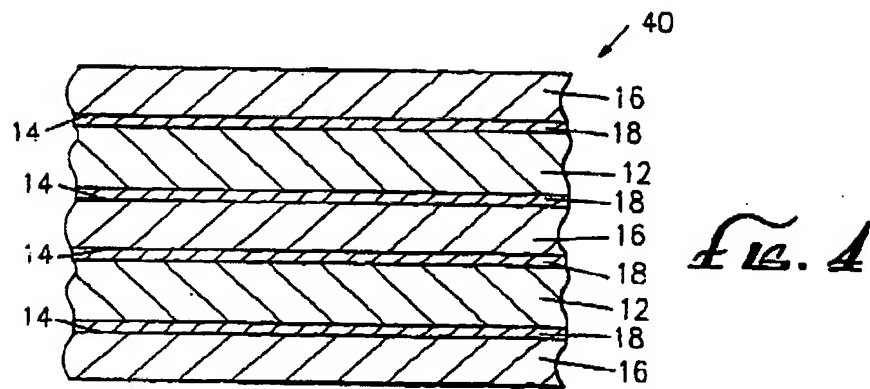
【図2】



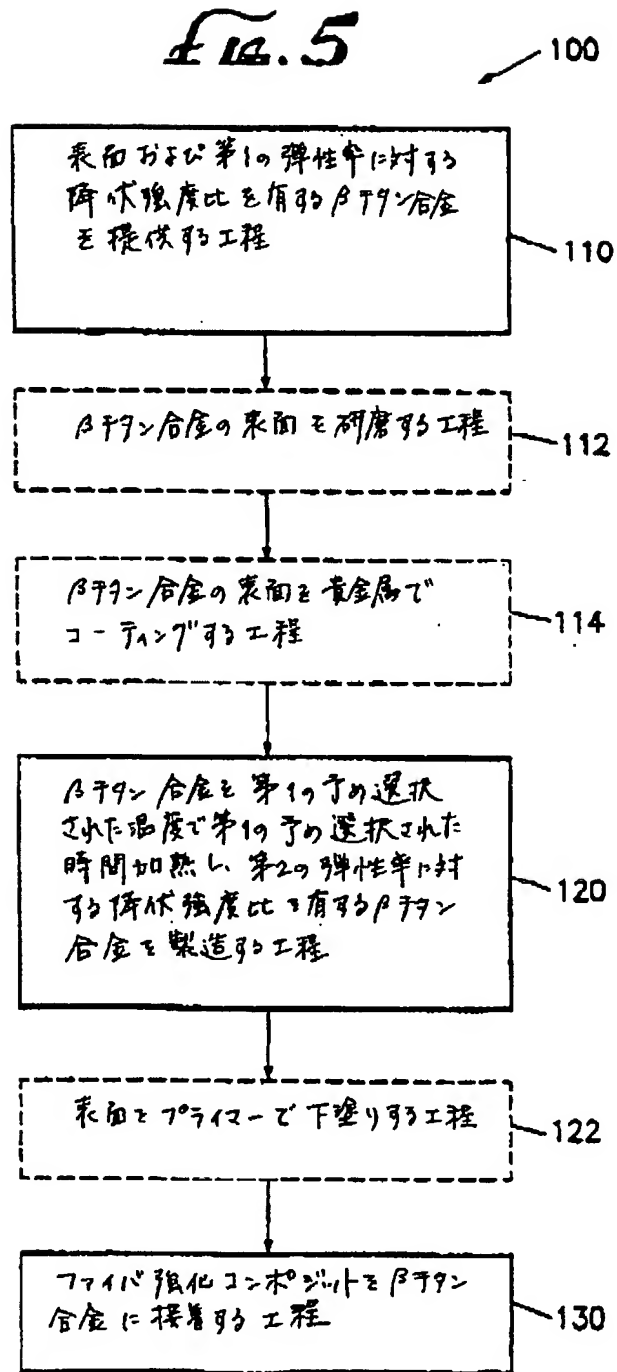
【图3】



【图4】



【図5】



【图6】

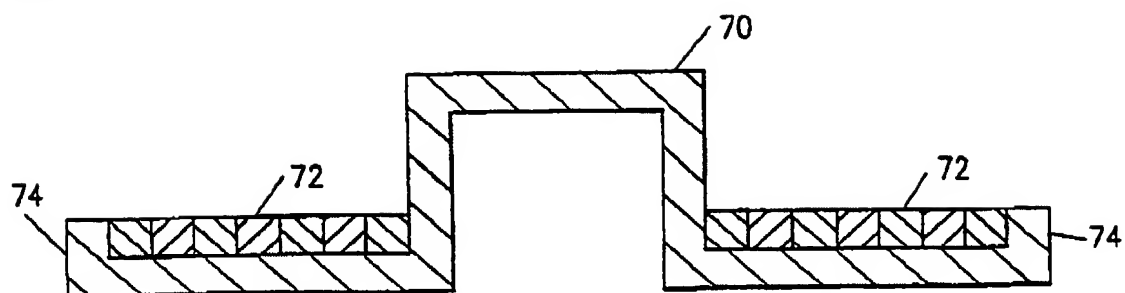


Fig. 6

【图7】

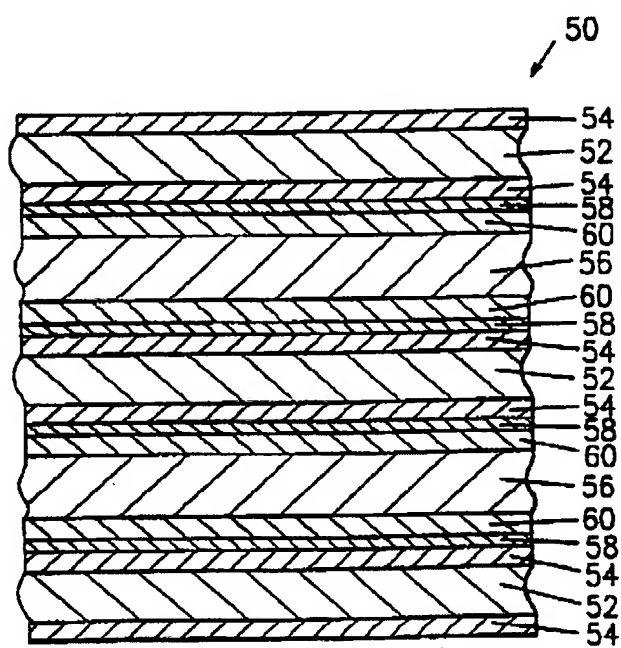


Fig. 7

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US96/18742

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>														
IPC(6) : Please See Extra Sheet.														
US CL : Please See Extra Sheet.														
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>														
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)														
U.S. : 424/608, 622, 626, 632, 635, 660, 668, 670, 457; 148/516, 518, 537, 670, 421; 427/388.1, 376.8; 156/153, 281, 330														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
NONE														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
NONE														
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>														
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	US 5,104,460 A (Smith et al) 14 April 1992	1-38												
A	US 5,009,966 A (Garg et al) 23 April 1991	1-38												
A	US 4,992,323 A (Vogeleang et al) 12 February 1991	1-38												
A	US 4,356,678 A (Andrews et al) 02 November 1982	1-38												
A	US 4,141,802 A (Duparque et al.) 27 February 1979	1-38												
A	US 3,991,928 A (Friedrich et al) 16 November 1976	1-38												
A	Us 3,758,234 A (Goodwin) 11 September 1973	1-38												
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"F" earlier document published on or after the international filing date</td> <td>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"A" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	"F" earlier document published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"A" document member of the same patent family	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention													
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone													
"F" earlier document published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art													
"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"A" document member of the same patent family													
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means														
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report												
12 MARCH 1997		31 MAR 1997												
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231		Authorized officer <i>John P. Sheehan</i> JOHN P. SHEEHAN												
Facsimile No. (703) 305-9230		Telephone No. (703) 308-0651												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US96/18742

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

IPC (6):

B21C 37/00; B21D 39/00; B32B 15/00, 15/01, 15/04, 15/08, 31/00; B05D 3/00, 3/02; C22F 1/18

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

US CL :

428/608, 622, 626, 660, 670, 457; 148/516, 518, 537, 670, 421; 427/388.1, 376.8; 156/153, 281

## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
C 2 2 F 1/18		C 2 2 F 1/18	H

(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), CN, JP

## 【要約の続き】

的に同様であるようなものである。